

Αρχιτεκτονική Σχεδίαση και Υλοποίηση της Εφαρμογής "Προσωπικός Νευρολόγος": Μια Ολιστική Προσέγγιση με Χρήση Gemini AI για τη Σκλήρυνση Κατά Πλάκας

1. Επιτελική Σύνοψη και Εισαγωγή

Η ραγδαία εξέλιξη των Μεγάλων Γλωσσικών Μοντέλων (Large Language Models - LLMs) και των πολυτροπικών συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης (Multimodal AI) έχει δημιουργήσει τις προϋποθέσεις για μια επανάσταση στην προσωποποιημένη ιατρική. Η παρούσα τεχνική αναφορά περιγράφει τον λεπτομερή σχεδιασμό και την οδική χάρτη υλοποίησης μιας Android εφαρμογής με την ονομασία "Προσωπικός Νευρολόγος". Στόχος της εφαρμογής είναι η διαχείριση ασθενών με χρόνιες νευρολογικές παθήσεις, με πρωταρχική εστίαση στη Σκλήρυνση Κατά Πλάκας (ΣΚΠ), αξιοποιώντας τις δυνατότητες του οικοσυστήματος Google Gemini (Gemini 1.5 Pro) και των εργαλείων διασύνδεσης όπως το Gemini CLI.¹

Η πολυπλοκότητα της Σκλήρυνσης Κατά Πλάκας, η οποία χαρακτηρίζεται από ετερογένεια συμπτωμάτων, μακροχρόνια εξέλιξη και την ανάγκη για πολυδιάστατη παρακολούθηση (κλινική εικόνα, μαγνητικές τομογραφίες, αιματολογικές εξετάσεις), καθιστά τα παραδοσιακά συστήματα καταγραφής ανεπαρκή. Η προτεινόμενη λύση καινοτομεί εισάγοντας τη χρήση "Μακροχρόνιας Μνήμης" (Long Context Memory) μέσω της τεχνολογίας Context Caching του Gemini 1.5 Pro.³ Αυτό επιτρέπει την ταυτόχρονη ανάλυση ιατρικών δεδομένων ετών —από παλαιές εξετάσεις PDF έως πρόσφατες μαγνητικές τομογραφίες (MRI)— προσφέροντας μια ολιστική εικόνα που προσομοιάζει τη μνήμη ενός θεράποντος ιατρού.

Η αναφορά καλύπτει εξαντλητικά τέσσερις κεντρικούς άξονες:

- Αρχιτεκτονική Δεδομένων:** Σχεδιασμός βάσης δεδομένων Android Room για την υποστήριξη πολλαπλών προφίλ ασθενών με αυστηρή διασφάλιση της ιδιωτικότητας και της ακεραιότητας των σχέσεων ιατρικού ιστορικού.⁵
- Πολυτροπική Ανάλυση:** Ενσωμάτωση δυνατοτήτων όρασης (Computer Vision) για την επεξεργασία ιατρικών αρχείων (PDF, MRI, αιματολογικά), με τη χρήση του Gemini 1.5 Pro Vision και αυστηρών δικλίδων ασφαλείας.⁷
- Κλινική Νοημοσύνη:** Υλοποίηση αλγορίθμων για την εκτίμηση της κλίμακας αναπηρίας EDSS (Expanded Disability Status Scale) μέσω συνομιλιακών διεπαφών και ανίχνευση "κόκκινων σημαιών" (Red Flags).⁹

4. **Διατροφική Εξειδίκευση:** Ανάπτυξη μηχανισμού συστάσεων που συνδυάζει κλινικά πρωτόκολλα (Swank, Wahls, Μεσογειακή) με τα τρέχοντα βιομετρικά δεδομένα του χρήστη, επιλύοντας αντιφάσεις σε πραγματικό χρόνο.¹¹

2. Αρχιτεκτονική Διαχείρισης Δεδομένων σε Android Περιβάλλον

Η θεμέλια λίθος της εφαρμογής "Προσωπικός Νευρολόγος" είναι η ικανότητα διαχείρισης πολύπλοκων, ιεραρχικών δεδομένων για πολλαπλούς χρήστες σε τοπικό επίπεδο. Η επιλογή της βιβλιοθήκης Room Persistence Library της Google είναι μονόδρομος για την εξασφάλιση της σταθερότητας, της ταχύτητας και της επαληθευσιμότητας των ερωτημάτων SQL κατά τη μεταγλώττιση (compile-time verification).⁵

2.1 Σχεδιασμός Σχήματος Βάσης Δεδομένων για Πολλαπλά Προφίλ

Η απαίτηση για "υποστήριξη πολλαπλών προφίλ με λεπτομερές ιατρικό ιστορικό" υπαγορεύει μια σχεσιακή δομή όπου η οντότητα του Χρήστη (UserProfile) λειτουργεί ως η ρίζα ενός δέντρου δεδομένων. Αντί της δημιουργίας ξεχωριστών αρχείων βάσης δεδομένων για κάθε χρήστη, η οποία θα οδηγούσε σε πολυπλοκότητα διαχείρισης πόρων και συνδέσεων, προκρίνεται η λύση μιας ενιαίας βάσης δεδομένων με αυστηρή χρήση Ξένων Κλειδιών (Foreign Keys).¹³

2.1.1 Ορισμός Οντοτήτων (Entities)

Οι οντότητες πρέπει να σχεδιαστούν ώστε να αντικατοπτρίζουν τη χρονιότητα και την πολυμορφία των ιατρικών δεδομένων.

Πίνακας 1: Προτεινόμενο Σχήμα Οντοτήτων Room

Οντότητα	Περιγραφή	Κρίσιμα Πεδία	Σχέση με User
UserProfile	Το κεντρικό προφίλ του ασθενούς.	userId (PK), fullName, diagnosis (π.χ. RRMS), dob, dietType	Root
MedicalEvent	Καταγραφή επισκέψεων ή συμβάντων.	eventId (PK), userId (FK), date, eventType (Relapse, Checkup),	1-προς-N

		summary	
DocumentRegistry	Μεταδεδομένα αρχείων (PDF, MRI).	docId (PK), userId (FK), uri, mimeType, contentHash, aiAnalysisStatus	1-προς-N
BiometricLog	Χρονοσειρές εξετάσεων και μετρήσεων.	logId (PK), userId (FK), timestamp, param (π.χ. Vitamin D), value, unit	1-προς-N
SymptomEntry	Καθημερινή καταγραφή συμπτωμάτων.	entryId (PK), userId (FK), timestamp, symptomType, severity (1-10)	1-προς-N

Ο κώδικας Kotlin για τον ορισμό της οντότητας MedicalEvent θα πρέπει να περιλαμβάνει ρητά το ForeignKey για τη διασφάλιση της αναφορικής ακεραιότητας. Σε περίπτωση διαγραφής ενός χρήστη, η εντολή CASCADE θα διασφαλίζει τον καθαρισμό όλων των συσχετισμένων ιατρικών δεδομένων, προστατεύοντας την ιδιωτικότητα.⁶

Kotlin

```
@Entity(
    tableName = "medical_events",
    foreignKeys = [ForeignKey(
        entity = UserProfile::class,
        parentColumns = ["userId"],
        childColumns = ["ownerId"],
        onDelete = ForeignKey.CASCADE
    )],
    indices = [Index(value = ["ownerId"]), Index(value = ["date"])]
)
data class MedicalEvent(
    @PrimaryKey(autoGenerate = true) val eventId: Long = 0,
    val ownerId: String, // Foreign Key
    val date: Long,
```

```

val type: EventType, // Enum: RELAPSE, MRI, BLOOD_TEST
val clinicalNotes: String?, // Αποθήκευση κειμένου από OCR
val aiSummary: String? // Σύνοψη από το Gemini
)

```

2.2 Διαχείριση Σχέσεων και Σύνθετων Ερωτημάτων

Για την ανάκτηση του "λεπτομερούς ιατρικού ιστορικού" που απαιτεί η εφαρμογή για την ανάλυση από το AI, δεν αρκεί η απλή ανάκτηση γραμμών. Χρειαζόμαστε τη σύνθεση αντικειμένων που περιέχουν όλη την πληροφορία. Η χρήση του @Relation και των nested objects είναι απαραίτητη.¹⁵

Δημιουργούμε μια κλάση δεδομένων UserCompleteHistory που ενσωματώνει τον χρήστη και τις λίστες των δεδομένων του:

Kotlin

```

data class UserCompleteHistory(
    @Embedded val user: UserProfile,
    @Relation(parentColumn = "userId", entityColumn = "ownerId")
    val medicalEvents: List<MedicalEvent>,
    @Relation(parentColumn = "userId", entityColumn = "ownerId")
    val documents: List<DocumentRegistry>,
    @Relation(parentColumn = "userId", entityColumn = "ownerId")
    val labs: List<BiometricLog>
)

```

Η ανάκτηση αυτού του αντικειμένου μέσω ενός Transaction στο DAO (Data Access Object) επιτρέπει στην εφαρμογή να σειριοποιήσει (serialize) ολόκληρο το ιστορικό του ασθενούς σε ένα ενιαίο JSON ή κείμενο. Αυτό το κείμενο θα αποτελέσει την είσοδο (input) για το Gemini CLI/API ώστε να δημιουργηθεί η "μακροχρόνια μνήμη".¹⁵

2.3 Στρατηγική Μετανάστευσης (Migration) Δεδομένων

Καθώς η εφαρμογή εξελίσσεται και προστίθενται νέα χαρακτηριστικά (π.χ. προσθήκη πεδίου για την "απόσταση βάδισης" στον υπολογισμό EDSS), το σχήμα της βάσης δεδομένων θα αλλάζει. Η βιβλιοθήκη Room απαιτεί ρητή στρατηγική Migration. Η αποτυχία ορισμού κανόνων μετάβασης (π.χ. από έκδοση 1 σε 2) μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια κρίσιμων ιατρικών δεδομένων ετών.¹⁷

Για την εφαρμογή "Προσωπικός Νευρολόγος", προτείνεται η χρήση αυτοματοποιημένων

ελέγχων (tests) που επαληθεύουν ότι τα δεδομένα των πολλαπλών προφίλ παραμένουν συνδεδεμένα σωστά μετά από κάθε αναβάθμιση του σχήματος. Η χρήση της κλάσης Migration πρέπει να περιλαμβάνει εντολές SQL ALTER TABLE για την προσθήκη νέων στηλών χωρίς τη διατάραξη των υπαρχόντων δεδομένων.

3. Η Καρδιά της Εφαρμογής: Gemini CLI και Μακροχρόνια Μνήμη

Η απαίτηση για χρήση του **Gemini CLI** και η ανάγκη για ανάλυση δεδομένων ετών οδηγούν στην υιοθέτηση μιας υβριδικής προσέγγισης. Το Gemini CLI είναι ένα ισχυρό εργαλείο για την ανάπτυξη, τον έλεγχο των prompts και τη διαχείριση της προσωρινής μνήμης (caching) κατά τη φάση του σχεδιασμού, ενώ το Gemini API (μέσω Vertex AI ή Google AI Studio SDK) θα ενσωματωθεί στον κώδικα της εφαρμογής για την τελική λειτουργία.¹

3.1 Context Caching: Η Λύση για το Ιστορικό Ετών

Το κεντρικό πρόβλημα στις εφαρμογές υγείας που βασίζονται σε LLMs είναι το περιορισμένο context window και το υψηλό κόστος επανεισαγωγής δεδομένων. Ένας ασθενής με ΣΚΠ 10 ετών μπορεί να έχει χιλιάδες σελίδες εξετάσεων. Η αποστολή όλων αυτών των δεδομένων (π.χ. 500.000 tokens) σε κάθε ερώτηση είναι οικονομικά ασύμφορη και χρονικά μη αποδοτική.¹⁹

Η λύση που προσφέρει το Gemini 1.5 Pro είναι το **Context Caching**.

- **Λειτουργία:** Η εφαρμογή συγκεντρώνει το πλήρες ιστορικό (από τη Room DB και τα PDF) και το ανεβάζει στους servers της Google μία φορά. Δημιουργείται ένα cachedContent αντικείμενο με μοναδικό ID και χρόνο ζωής (TTL - Time To Live).
- **Πλεονέκτημα:** Οι επόμενες ερωτήσεις του χρήστη ("Πώς ήταν η μαγνητική μου το 2019 σε σχέση με σήμερα;") αναφέρονται στο cache ID. Το μοντέλο έχει άμεση πρόσβαση σε όλο το ιστορικό χωρίς να χρειάζεται να το ξαναδιαβάσει, μειώνοντας το κόστος κατά περίπου 95% για τα cached tokens και επιταχύνοντας την απόκριση.³

Πίνακας 2: Σύγκριση Κόστους και Απόδοσης (Εκτίμηση)

Μέθοδος	Tokens Εισόδου	Κόστος ανά Ερώτηση	Καθυστέρηση	Μνήμη
Χωρίς Caching	500.000 (Ιστορικό) + 50 (Ερώτηση)	~\$1.75	Υψηλή (>10s)	Πλήρης

Standard RAG	5.000 (Επιλεγμένα τμήματα)	~\$0.02	Χαμηλή	Αποσπασματική (Κίνδυνος απώλειας δεδομένων)
Gemini Caching	500.000 (Cached) + 50 (Νέα)	~\$0.10 - \$0.20	Πολύ Χαμηλή	Πλήρης & Συνειρμική

3.2 Ρόλος του Gemini CLI στην Ανάπτυξη

Το Gemini CLI είναι απαραίτητο για τη δημιουργία και τη δοκιμή των "System Instructions" (Οδηγίες Συστήματος) που θα καθορίσουν την προσωπικότητα του "Προσωπικού Νευρολόγου".

Χρήση του CLI για προσομοίωση του νευρολόγου:

Bash

```
gemini chat --system "Είσαι ένας εξειδικευμένος νευρολόγος στη ΣΚΠ. Αναλύεις δεδομένα, δεν κάνεις διάγνωση. Χρησιμοποίησε αυστηρό, ενσυναίσθητο τόνο." --context history_patient_A.txt
```

Μέσω του CLI, οι προγραμματιστές μπορούν να:

1. **Δοκιμάσουν την ανοχή του μοντέλου** σε μεγάλα αρχεία δεδομένων (stress testing).
2. **Ρυθμίσουν τις παραμέτρους ασφαλείας** (safety settings) για να αποφύγουν την άρνηση απάντησης σε ιατρικά θέματα, διατηρώντας παράλληλα τις δικλίδες ασφαλείας για μη-ιατρική συμβουλή.²¹
3. **Δημιουργήσουν σενάρια διαλόγου** για την εκπαίδευση του μοντέλου (Few-shot prompting).²³

3.3 Διασύνδεση με Python Backend

Για την επεξεργασία των αρχείων (PDF, MRI), η εφαρμογή Android θα επικοινωνεί πιθανότατα με ένα backend (γραμμένο σε Python) το οποίο θα χρησιμοποιεί το Gemini SDK/CLI. Αυτό επιτρέπει την εκτέλεση βαριών διεργασιών (όπως η ανωνυμοποίηση δεδομένων) πριν την αποστολή στο API.

Η διαδικασία δημιουργίας Cache μέσω Python SDK:

Python

```
import google.generativeai as genai
from google.generativeai import caching
import datetime

# Φόρτωση ιστορικού από τη βάση δεδομένων και τα αρχεία
history_content = load_patient_history(user_id)

# Δημιουργία Cache
cache = caching.CachedContent.create(
    model='models/gemini-1.5-pro-001',
    display_name=f'history_{user_id}',
    system_instruction="Είσαι ο βοηθός νευρολόγος...",
    contents=[history_content],
    ttl=datetime.timedelta(minutes=60) # Διάρκεια ζωής cache
)
```

Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει στην εφαρμογή να "θυμάται" τα πάντα για 60 λεπτά (ή όσο οριστεί), προσφέροντας μια φυσική ροή συζήτησης.²⁴

4. Πολυτροπική Ανάλυση Αρχείων: Από το Pixel στη Διάγνωση

Η απαίτηση για ανάλυση PDF, MRI και εξετάσεων αίματος απαιτεί την εκμετάλλευση των "Native Multimodal" δυνατοτήτων του Gemini 1.5 Pro. Σε αντίθεση με παλαιότερα μοντέλα που απαιτούσαν ξεχωριστό OCR, το Gemini μπορεί να "δει" το έγγραφο ως εικόνα ή να επεξεργαστεί το PDF απευθείας.

4.1 Ανάλυση PDF και Εργαστηριακών Εξετάσεων

Τα ιατρικά αρχεία συχνά περιέχουν πίνακες, χειρόγραφες σημειώσεις και πολύπλοκη μορφοποίηση.

- **Μηχανισμός:** Το αρχείο PDF μετατρέπεται σε byte stream και αποστέλλεται στο Gemini API με το κατάλληλο MIME type (application/pdf).
- **Εξαγωγή Δεδομένων:** Το μοντέλο λαμβάνει την εντολή: "Εξήγαγε τα αποτελέσματα των εξετάσεων αίματος σε μορφή JSON. Συμπερίλαβε την ημερομηνία, το όνομα της εξέτασης, την τιμή και τις μονάδες μέτρησης."

- **Πρόκληση:** Τα όρια αναφοράς (reference ranges) διαφέρουν ανά εργαστήριο. Το Prompt πρέπει να ζητά ρητά την καταγραφή των ορίων που αναγράφονται στο έγγραφο για να γίνει σωστή αξιολόγηση.⁷

Παράδειγμα Δομής JSON Εξόδου:

JSON

```
{  
  "test_date": "2024-03-15",  
  "biomarkers":  
}
```

Αυτό το JSON αποθηκεύεται στη συνέχεια στον πίνακα BiometricLog της Room DB για μελλοντική ανάλυση τάσεων.

4.2 Ανάλυση Μαγνητικών Τομογραφιών (MRI)

Η ανάλυση MRI είναι το πιο ευαίσθητο κομμάτι. Το Gemini 1.5 Pro Vision έχει εντυπωσιακές δυνατότητες αναγνώρισης, αλλά δεν είναι διαγνωστικό εργαλείο.²⁶

- **Δυνατότητες:** Μπορεί να εντοπίσει αδρά χαρακτηριστικά όπως "υπερεντάσεις στη λευκή ουσία" (hyperintensities) ή ατροφία, συγκρίνοντας εικόνες σε χρονολογική σειρά.
- **Περιορισμοί & Guardrails:** Το σύστημα πρέπει να έχει αυστηρές οδηγίες (System Prompts) να μην εκδίδει διάγνωση. Αντίθετα, πρέπει να λειτουργεί περιγραφικά: "Η εικόνα εμφανίζει περιοχές υψηλής έντασης που είναι συμβατές με τις περιγραφές απομυελίνωσης, όπως αναφέρονται στη βιβλιογραφία, αλλά απαιτείται ακτινολογική εκτίμηση."
- **Σύγκριση Ετών:** Η "μακροχρόνια μνήμη" επιτρέπει στο χρήστη να ρωτήσει: "Σύγκρινε την αναφορά της MRI του 2020 με αυτή του 2024. Υπάρχουν νέες εστίες;" Το μοντέλο μπορεί να συγκρίνει τα κείμενα των γνωματεύσεων (Reports) με μεγάλη ακρίβεια, εντοπίζοντας λέξεις κλειδιά όπως "new T2 lesions" ή "enhancing lesions".²⁷

5. Κλινικό Πλαίσιο: Εξειδίκευση στη Σκλήρυνση Κατά Πλάκας

Η εφαρμογή διαφοροποιείται μέσω της ενσωμάτωσης εξειδικευμένης κλινικής γνώσης για τη ΣΚΠ.

5.1 Υπολογισμός και Παρακολούθηση EDSS

Η κλίμακα EDSS (Expanded Disability Status Scale) είναι το "χρυσό πρότυπο" για την παρακολούθηση της αναπηρίας στη ΣΚΠ. Ωστόσο, ο επίσημος υπολογισμός απαιτεί νευρολογική εξέταση.⁹ Η εφαρμογή θα υλοποιήσει την έκδοση **Self-Reported EDSS** ή **PDDS (Patient Determined Disease Steps)**, η οποία έχει υψηλή συσχέτιση με την ιατρική εκτίμηση.³⁰

Αλγόριθμος AI Chatbot για EDSS:

- Ερώτηση Έναρξης:** "Έχεις παρατηρήσει αλλαγές στο περπάτημά σου τον τελευταίο μήνα;"
- Λογική Διακλάδωσης (Branching Logic):**
 - Αν η απάντηση υποδεικνύει δυσκολία -> Ερώτηση για βοήθημα: "Χρειάζεσαι μπαστούνι για να περπατήσεις 100 μέτρα;"
 - Αν ΝΑΙ -> Εκτίμηση εύρους EDSS 6.0 - 6.5.
 - Αν ΟΧΙ -> Ερώτηση για κόπωση ή αστάθεια -> Εύρος EDSS 4.0 - 5.5.
- Καταγραφή:** Το AI εξάγει μια τιμή (π.χ. 4.5) και την αποθηκεύει. Με την πάροδο των ετών, η εφαρμογή δημιουργεί γράφημα εξέλιξης, εντοπίζοντας την "Σιωπηλή Εξέλιξη" (PIRA - Progression Independent of Relapse Activity).³²

5.2 Ανίχνευση Κόκκινων Σημαιών (Red Flags)

Ο "Προσωπικός Νευρολόγος" πρέπει να λειτουργεί ως δίκτυ ασφαλείας. Μέσω της ανάλυσης των ημερολογίων συμπτωμάτων, το σύστημα εκπαιδεύεται να αναγνωρίζει μοτίβα που απαιτούν άμεση παρέμβαση.¹⁰

Πίνακας 3: Λίστα Κόκκινων Σημαιών και Απόκριση AI

Σύμπτωμα	Πιθανή Αιτία (ΣΚΠ context)	Δράση AI (Triage)
Ξαφνική απώλεια όρασης (μονόπλευρη)	Οπτική Νευρίτιδα	Alert Επίπεδο 1: "Απαιτείται άμεση οφθαλμολογική/νευρολογική εκτίμηση. Ενδέχεται να χρειαστεί κορτιζόνη."
Αδυναμία ούρησης / Ακράτεια	Βλάβη Νωτιαίου Μυελού	Alert Επίπεδο 1: "Κίνδυνος μόνιμης βλάβης κύστης. Επικοινωνήσε άμεσα με γιατρό."

Πυρετός + Επιδείνωση Συμπτωμάτων	Φαινόμενο Uththoff ή Λοίμωξη	Συμβουλή: "Ο πυρετός μπορεί να επιδεινώνει τα συμπτώματα (Ψευδο-ώση). Έλεγξε για πιθανή λοίμωξη (π.χ. ουρολοίμωξη)."
Οξύς, κεραυνοβόλος πονοκέφαλος	Μη σχετιζόμενο (π.χ. Ανεύρυσμα)	Emergency: "Αυτό δεν είναι τυπικό σύμπτωμα ΣΚΠ. Κάλεσε το 166 ή πήγαινε στα επείγοντα."

Η υλοποίηση γίνεται με "System Instructions" που δίνουν προτεραιότητα σε αυτές τις λέξεις-κλειδιά στο Gemini CLI.³⁶

6. Εξειδικευμένη Διατροφική Συμβουλευτική

Η διατροφή στη ΣΚΠ είναι πεδίο έντονης συζήτησης. Η εφαρμογή πρέπει να υποστηρίζει τα τρία κύρια πρωτόκολλα (Swank, Wahls, Μεσογειακή) και να τα προσαρμόζει δυναμικά βάσει των βιομετρικών δεδομένων του χρήστη.¹¹

6.1 Πρωτόκολλα και Κανόνες AI

Το μοντέλο AI δεν πρέπει να "φαντάζεται" διατροφικές συμβουλές, αλλά να ακολουθεί αυστηρούς κανόνες (Grounding).

- Δίαιτα Swank:**
 - Κανόνας:** Κορεσμένα λιπαρά < 15g/ημέρα. Απαγόρευση κόκκινου κρέατος το πρώτο έτος.³⁷
 - Λειτουργία AI:** Ο χρήστης φωτογραφίζει το γεύμα του. Το Gemini Vision αναγνωρίζει "Μπριζόλα". Το σύστημα ελέγχει το προφίλ -> "Έτος διάγνωσης: 2024".
 - Απάντηση:** "Βρίσκεσαι στο πρώτο έτος της Swank. Το κόκκινο κρέας δεν επιτρέπεται. Προτίμησε ψάρι ή κοτόπουλο στήθος."
- Πρωτόκολλο Wahls:**
 - Κανόνας:** 9 φλιτζάνια λαχανικών (3 πράσινα, 3 θειούχα, 3 χρωματιστά). Όχι γλουτένη, όχι γαλακτοκομικά.³⁹
 - Λειτουργία AI:** Ανάλυση λίστας αγορών. "Λείπουν θειούχα λαχανικά (λάχανο, μπρόκολο, κρεμμύδι). Πρόσθεσέ τα για να πιάσεις τον στόχο των 3 φλιτζανιών."
- Εξατομίκευση βάσει Αιματολογικών:**
 - Σενάριο: Χρήστης σε Wahls (χωρίς γαλακτοκομικά) με εξετάσεις που δείχνουν **Χαμηλό Ασβέστιο**.

- **Παρέμβαση AI:** Το σύστημα εντοπίζει την αντίφαση. "Οι εξετάσεις σου δείχνουν χαμηλό ασβέστιο. Επειδή ακολουθείς Wahls και αποφεύγεις τα γαλακτοκομικά, πρέπει να αυξήσεις την κατανάλωση σαρδέλας (με το κόκαλο), αμυγδάλων και εμπλουτισμένου γάλακτος αμυγδάλου."

7. Ζητήματα Ιδιωτικότητας και Συμμόρφωσης

Η διαχείριση ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων (PDPA/GDPR) είναι κρίσιμη.

1. **Τοπική Κρυπτογράφηση:** Η βάση δεδομένων Room πρέπει να κρυπτογραφείται με **SQLCipher**, χρησιμοποιώντας κλειδί που προέρχεται από τα βιομετρικά στοιχεία του χρήστη (Android Keystore System).
2. **Διαφάνεια API:** Ο χρήστης πρέπει να ενημερώνεται ρητά ότι τα δεδομένα που στέλνονται στο Gemini για ανάλυση (PDF, Ερωτήσεις) επεξεργάζονται στο Cloud. Η χρήση της Enterprise έκδοσης του Vertex AI εξασφαλίζει ότι τα δεδομένα **δεν** χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση των μοντέλων της Google.⁴¹
3. **Ανωνυμοποίηση:** Πριν την αποστολή οποιουδήποτε κειμένου στο AI, μια τοπική διεργασία (Regular Expressions) πρέπει να αφαιρεί AMKA, ονόματα και τηλέφωνα.⁴³
4. **Νομική Αποποίηση (Disclaimer):** Κάθε απάντηση του AI πρέπει να συνοδεύεται από σήμανση: "Οι πληροφορίες παράγονται από Τεχνητή Νοημοσύνη και δεν αποτελούν ιατρική διάγνωση. Συμβουλευτείτε τον νευρολόγο σας."⁴⁴

8. Συμπέρασμα

Η εφαρμογή "Προσωπικός Νευρολόγος" αποτελεί ένα φιλόδοξο εγχείρημα που γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ της κλινικής παρακολούθησης και της καθημερινότητας του ασθενούς. Η χρήση του Gemini 1.5 Pro και της τεχνολογίας Context Caching επιτρέπει για πρώτη φορά τη δημιουργία ενός ψηφιακού βοηθού που "θυμάται" και "κατανοεί" την πορεία της νόσου σε βάθος χρόνου, προσφέροντας εξατομικευμένες, σωτήριες παρεμβάσεις. Η επιτυχία της εφαρμογής εξαρτάται από την αυστηρή τήρηση των αρχιτεκτονικών προτύπων διαχείρισης δεδομένων, την ακρίβεια των κλινικών αλγορίθμων και την ηθική χρήση της τεχνητής νοημοσύνης.

Πηγές αναφοράς

1. google-gemini/gemini-cli: An open-source AI agent that brings the power of Gemini directly into your terminal. - GitHub, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://github.com/google-gemini/gemini-cli>
2. Google announces Gemini CLI: your open-source AI agent, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://blog.google/innovation-and-ai/technology/developers-tools/introducing-gemini-cli-open-source-ai-agent/>

3. Context Caching with Gemini 1.5 Flash | Prompt Engineering Guide, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://www.promptingguide.ai/applications/context-caching>
4. Context Caching with Gemini API | Medium - Teemu Maatta, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://tmmmtt.medium.com/context-caching-with-gemini-api-66bb9b3ea507>
5. Save data in a local database using Room | App data and files - Android Developers, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://developer.android.com/training/data-storage/room>
6. Define data using Room entities | App data and files - Android Developers, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://developer.android.com/training/data-storage/room/defining-data>
7. Document understanding | Gemini API | Google AI for Developers, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://ai.google.dev/gemini-api/docs/document-processing>
8. Try this Before RAG. This New Approach Could Save You Thousands! - YouTube, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, https://www.youtube.com/watch?v=UZg_xylS9_E
9. New algorithmic approach for easier and faster extended disability status scale calculation, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9936401/>
10. Neurological Red Flags: When to See a Neurologist - Community Neuroscience Services, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://communityneuroservices.com/neurological-red-flags-when-to-see-a-neurologist/>
11. Special Diets and MS - Advice & Support, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://www.mssociety.org.uk/living-with-ms/physical-and-mental-health/eating-and-drinking/special-diets-and-ms>
12. Review of Two Popular Eating Plans within the Multiple Sclerosis Community: Low Saturated Fat and Modified Paleolithic - PubMed Central, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6412750/>
13. Room with Multi user Database in Single android App - Stack Overflow, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://stackoverflow.com/questions/53416907/room-with-multi-user-database-in-single-android-app>
14. Can Android Room manage multiple databases and create databases from a template database? - Stack Overflow, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://stackoverflow.com/questions/69197676/can-android-room-manage-multiple-databases-and-create-databases-from-a-template>
15. Define and query one-to-many relationships | App data and files - Android Developers, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://developer.android.com/training/data-storage/room/relationships/one-to-many>
16. Android Room with nested relationships : r/androiddev - Reddit, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, https://www.reddit.com/r/androiddev/comments/a65vsu/android_room_with_nested_relationships/

[ed_relationships/](#)

17. Understanding migrations with Room | by Florina Muntenescu | Android Developers, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://medium.com/androiddevelopers/understanding-migrations-with-room-f01e04b07929>
18. How to Use Google's Gemini CLI for AI Code Assistance - Real Python, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://realpython.com/how-to-use-gemini-cli/>
19. Gemini's context window is much larger than anyone else's : r/OpenAI - Reddit, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, https://www.reddit.com/r/OpenAI/comments/1buz5ju/geminis_context_window_is_much_larger_than_anyone/
20. [2501.01880] Long Context vs. RAG for LLMs: An Evaluation and Revisits - arXiv, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://arxiv.org/abs/2501.01880>
21. Safety and content filters | Generative AI on Vertex AI - Google Cloud Documentation, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://docs.cloud.google.com/vertex-ai/generative-ai/docs/multimodal/configure-safety-filters>
22. Brute-forcing the LLM guardrails. exploring and pushing the limits of AI - Medium, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://medium.com/dvc-data-version-control/brute-forcing-the-llm-guardrails-e02fcd9bc9a4>
23. Hands-on with Gemini CLI - Google Codelabs, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://codelabs.developers.google.com/gemini-cli-hands-on>
24. Context caching | Gemini API | Google AI for Developers, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://ai.google.dev/gemini-api/docs/caching>
25. Caching | Gemini API - Google AI for Developers, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://ai.google.dev/api/caching>
26. Limitations in Chest X-Ray Interpretation by Vision-Capable Large Language Models, Gemini 1.0, Gemini 1.5 Pro, GPT-4 Turbo, and GPT-4o - MDPI, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://www.mdpi.com/2075-4418/16/3/376>
27. Association between improved metabolic risk factors and perceived fatigue during dietary intervention trial in relapsing-remitting multiple sclerosis: A secondary analysis of the WAVES trial - Frontiers, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://www.frontiersin.org/journals/neurology/articles/10.3389/fneur.2022.1022728/full>
28. Effectiveness of various diet patterns among patients with multiple sclerosis - PMC, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10243296/>
29. Expanded Disability Status Scale (EDSS) / Functional Systems Score (FSS) - MDCalc, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://www.mdcalc.com/calc/2146/expanded-disability-status-scale-edss-functional-systems-score-fss>
30. A Systematic Review of the Validity and Reliability of the Patient-Determined Disease Steps Scale - International Journal of MS Care, πρόσβαση Ιανουαρίου

26, 2026,

<https://www.ijmsc.org/view/a-systematic-review-of-the-validity-and-reliability-of-the-patient-determined-disease-steps-scale>

31. PDDS: Patient-determined Disease Steps, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, http://esem.hu/PDDS_angol.pdf
32. OM1 Develops Algorithm to Estimate EDSS Scores - Multiple Sclerosis News Today, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://multiplesclerosisnewstoday.com/news-posts/om1-develops-ai-based-model-estimating-edss-score-ms/>
33. Validation of a machine learning approach to estimate expanded disability status scale scores for multiple sclerosis - NIH, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9228644/>
34. Cervico-cranial red flag screening tool. - Health Innovation Network South London, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://healthinnovationnetwork.com/wp-content/uploads/2023/07/Cervico-cranial-red-flag-tool-version-1.pdf>
35. The 5 Most Common Red Flags in Neurology - Joseph Kandel, M.D., πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://neurologyoffice.com/the-most-common-red-flags-in-neurology/>
36. AI Prompt Injection in Healthcare: Hidden Cybersecurity Risk - Clearwater Security, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://clearwatersecurity.com/blog/ai-prompt-injection-in-healthcare/>
37. Swank MS Diet QUICK REFERENCE - No processed foods containing saturated fat and/or hydrogenated oils. - Squarespace, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://static1.squarespace.com/static/530fbb50e4b07533b73e6c73/t/558dac37e4b06f2955f8e028/1435348023782/diet-quick-reference.pdf>
38. The Swank Diet for Multiple Sclerosis - Verywell Health, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://www.verywellhealth.com/swank-diet-for-multiple-sclerosis-2440476>
39. The Wahls Diet for MS: Foods to Eat, Foods to Avoid - HealthCentral, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://www.healthcentral.com/article/wahls-diet-ms>
40. Wahlsdietcheatsheet Level 1 | PDF - Scribd, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://www.scribd.com/document/694415441/wahlsdietcheatsheet-level-1>
41. Gemini API and Your Data Privacy: A 2025 Guide for Privacy-Conscious Users - Redact, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://redact.dev/blog/gemini-api-terms-2025>
42. How Gemini for Google Cloud uses your data, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://docs.cloud.google.com/gemini/docs/discover/data-governance>
43. How to Anonymize PHI Before Using ChatGPT (2025 Guide) - Taction Software, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://www.tactionsoft.com/guide/anonymize-phi-chatgpt/>
44. Disclaimers for OmegaAI and Blume AI Features - RamSoft, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026, <https://www.ramsoft.com/ai-disclaimer>
45. California Requires Disclaimers for Health Care Providers' AI-Generated Patient Communications | ArentFox Schiff, πρόσβαση Ιανουαρίου 26, 2026,

<https://www.afslaw.com/perspectives/alerts/california-requires-disclaimers-health-care-providers-ai-generated-patient>